

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(21), (22) Заявка: 2001128896/12, 29.10.2001

(24) Дата начала действия патента: 29.10.2001

(46) Дата публикации: 27.11.2002

(56) Ссылки: SU 1512870 A1, 07.10.1989. RU 2005685 C1, 15.01.1994. RU 2035365 C1, 20.05.1995. RU 2113633 C1, 20.06.1998. EP 0198988 A1, 29.10.1986. DE 2532618 B2, 03.09.1981, WO 96/16711 A1, 06.06.1996.

(98) Адрес для переписки:
109377, Москва, ул. Зеленодольская, 11,
кв.93, В.Г.Цегельскому

(71) Заявитель:
Цегельский Валерий Григорьевич

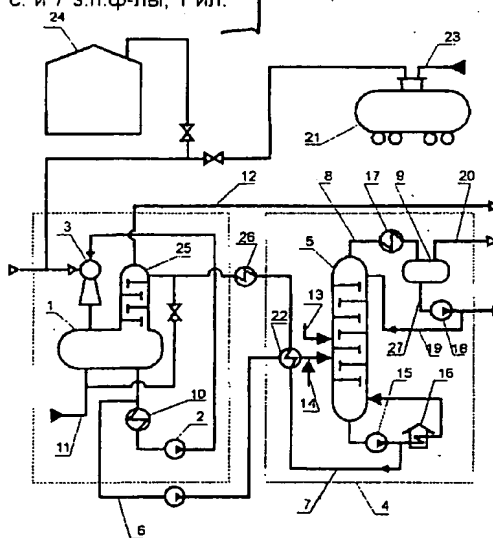
(72) Изобретатель: Цегельский В.Г.,
Малашкевич А.В.

(73) Патентообладатель:
Цегельский Валерий Григорьевич

(57) Реферат:

Изобретение относится к области струйной техники. Способ включает подачу жидкой и парогазовой смеси в жидкостно-газовый струйный аппарат с последующей подачей образованной смеси в сепаратор, разделение на газообразную и жидкую среды, отвод жидкой среды на вход насоса подачи жидкой среды, при этом часть жидкой среды отводят из контура ее циркуляции. Газообразную среду абсорбируют в колонне углеводородсодержащей жидкостью с давлением насыщенных паров меньше давления насыщенных паров нефти или нефтепродукта. Газообразную фазу выводят. Углеводородсодержащую жидкость с растворенными в ней углеводородами направляют на смешение с жидкой средой. Из контура циркуляции часть жидкой среды отводят в систему выделения из жидкой среды адсорбированных углеводородов, а углеводородсодержащую жидкость после выделения направляют в колонну. Установка содержит насос, жидкостно-газовый струйный аппарат и сепаратор. Аппарат входом жидкой среды подключен к выходу насоса, входом парогазовой смеси к емкости с нефтью или нефтепродуктом, и выходом жидкостно-газовой струйный аппарат подключен к сепаратору. Выход жидкой среды из сепаратора подключен к входу в насос. Установка снабжена абсорбционной колонной и системой выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов. Колонна

подключена к выходу газообразной фазы из сепаратора, а верхняя ее часть подключена к трубопроводу вывода очищенной газообразной фазы. Система выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов включает ректификационную колонну, трубопровод подвода в нее жидкой среды и трубопроводы отвода из нее углеводородосодержащей жидкости и газообразной среды. Изобретение позволяет повысить экономичность процесса очистки. 2 с. и 7 з.п.ф.-лы, 1 ил.



Изобретение относится к области струйной техники, преимущественно к способам, использующим насосно-эжекторные установки в системах очистки от углеводородов выбрасываемой в атмосферу парогазовой смеси нефти или нефтепродуктов. Известен способ хранения и налива испаряющихся продуктов, включающий подачу жидких продуктов насосом в цистерну и отвод из цистерны паров подаваемого в нее продукта (см. патент RU 2035365, кл. В 65 D 90/30, 20.05.1995).

Из этого же патента известна установка, содержащая последовательно сообщенные между собой емкость с нефтепродуктом, насос, струйный насос и сепаратор.

Данные установка и способ хранения и налива обеспечивает отвод паров жидкого продукта из цистерны, однако данный способ достаточно сложен, поскольку требует, кроме использования системы конденсации паров в холодильнике с отводом конденсата в специальную емкость, использования системы отвода несконденсировавшихся паров и газов (в том числе воздуха) в емкость, из которой наливают испаряющийся продукт в цистерну.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ очистки от углеводородов парогазовой смеси, образующейся при хранении нефти или нефтепродукта и при заполнении ими емкости, включающей подачу насосом жидкой среды в жидкостно-газовый струйный аппарат, откачку последним из емкости с нефтью или нефтепродуктом парогазовой смеси и ее сжатие в жидкостно-газовом струйном аппарате за счет энергии подаваемой жидкой среды, подачу образованной в жидкостно-газовом струйном аппарате в процессе смешения парогазовой смеси с жидкой средой смеси в сепаратор, разделение в сепараторе смеси на газообразную фазу и жидкую среду с отводом из сепаратора жидкой среды на вход насоса и образованием таким образом контура циркуляции жидкой среды, при этом часть жидкой среды отводят из контура ее циркуляции (см. авторское свидетельство SU 1512870, кл. В 65 D 90/30, 07.10.1989).

Из этого же авторского свидетельства 1512870 известна насосно-эжекторная установка, содержащая насос, жидкостно-газовый струйный аппарат и сепаратор с выходом газообразной фазы, при этом жидкостно-газовый струйный аппарат входом жидкой среды подключен к выходу насоса, входом парогазовой смеси к источнику этой смеси - емкости с нефтью или нефтепродуктом и выходом - жидкостно-газовый струйный аппарат подключен к сепаратору, выход жидкой среды из сепаратора подключен к входу в насос, образуя таким образом контур циркуляции жидкой среды: сепаратор - насос - жидкостно-газовый струйный аппарат - сепаратор.

Данные способ и установка обеспечивают сжатие и конденсацию паров углеводородов нефтепродукта. Однако данный способ не дает возможности обеспечить снижения концентрации вредных для окружающей среды паров углеводородов в парогазовой

смеси, образующейся при заполнении нефтепродуктом емкости, ниже величины предельно допустимых выбросов (ПДВ) этих веществ в окружающую среду, что не позволяет сбрасывать указанную выше парогазовую смесь в окружающую среду.

Задачей, на решение которой направлено настоящее изобретение, является расширение функциональных возможностей насосно-эжекторной установки путем повышения экономичности способа очистки от углеводородов парогазовой смеси, образующейся при хранении нефти или нефтепродукта и заполнении ими емкости, до уровня ниже величин предельно допустимых выбросов (ПДВ) этих паров в окружающую среду и снижение потерь нефтепродукта от испарения.

Указанная задача решается за счет того, что способ очистки от углеводородов парогазовой смеси, образующейся при хранении нефти или нефтепродукта и при заполнении ими емкостей, включает подачу насосом жидкой среды в жидкостно-газовый струйный аппарат, откачку последним из емкости с нефтью или нефтепродуктом парогазовой смеси и ее сжатие в жидкостно-газовом струйном аппарате за счет энергии подаваемой жидкой среды, подачу образованной в жидкостно-газовом струйном аппарате в процессе смешения парогазовой смеси с жидкой средой смеси в сепаратор, разделение в сепараторе смеси на газообразную фазу и жидкую среду с отводом из сепаратора жидкой среды на вход насоса и образованием таким образом контура циркуляции жидкой среды, при этом часть жидкой среды отводят из контура ее циркуляции, газообразную фазу из сепаратора направляют в абсорбционную колонну, в которую в качестве абсорбента подают углеводородосодержащую жидкость с давлением насыщенных паров меньше давления насыщенных паров нефти или нефтепродукта, в абсорбционной колонне проводят процесс абсорбции углеводородосодержащей жидкостью углеводородов из газообразной фазы, очищенную от углеводородов газообразную фазу выводят из абсорбционной колонны, а углеводородосодержащую жидкость с растворенными в ней углеводородами направляют на смешение с жидкой средой, из контура циркуляции часть жидкой среды отводят в систему выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов, в которой из жидкой среды выделяют газообразную углеводородосодержащую среду, а образовавшуюся после выделения углеводородосодержащую жидкость направляют в абсорбционную колонну и далее на смешение с жидкой средой, уменьшая таким образом содержание в жидкой среде, подаваемой в жидкостно-газовый струйный аппарат, относительное количество абсорбированных ею из парогазовой смеси углеводородов и повышая тем самым абсорбирующие ее способности.

В качестве углеводородосодержащей жидкости в абсорбционную колонну может быть подана нефтяная фракция с пределами выкипания, лежащими в диапазоне 65 - 420 °С, парогазовую смесь сжимают в жидкостно-газовом струйном аппарате от

давления 0,08-0,12 МПа до давления 0,15-0,7 МПа, а жидкую среду подают в жидкостно-газовый струйный аппарат под давлением 1,1-10,0 МПа. Кроме того, жидкую среду в системе выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов направляют в ректификационную колонну, а газообразная углеводородосодержащая среда после ее выделения из жидкой среды в ректификационной колонне может быть направлена в холодильник-конденсатор, где конденсируют большую часть более тяжелых углеводородов группы пропана, бутана и более тяжелые, и далее смесь конденсата и несконденсированной части газообразной углеводородосодержащей среды, состоящей в основном из углеводородов группы метана и этана, направляют во вспомогательный сепаратор, где несконденсированную часть газообразной углеводородосодержащей среды отделяют от конденсата, после чего несконденсированную часть газообразной углеводородосодержащей среды направляют из вспомогательного сепаратора потребителю, а конденсат из вспомогательного сепаратора подают потребителю конденсата, причем часть конденсата используют в качестве флегмы ректификационной колонны.

В части устройства, как объекта изобретения, поставленная задача решается за счет того, что насосно-эжекторная установка содержит насос, жидкостно-газовый струйный аппарат и сепаратор с выходом газообразной фазы, при этом жидкостно-газовый струйный аппарат входом жидкой среды подключен к выходу насоса, входом парогазовой смеси к источнику этой смеси - емкости с нефтью или нефтепродуктом и выходом жидкостно-газовый струйный аппарат подключен к сепаратору, выход жидкой среды из сепаратора подключен к входу в насос, образуя таким образом контур циркуляции жидкой среды: сепаратор - насос - жидкостно-газовый струйный аппарат - сепаратор, при этом установка снабжена абсорбционной колонной и системой выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов, при этом абсорбционная колонна подключена к выходу газообразной фазы из сепаратора, верхняя часть абсорбционной колонны подключена к трубопроводу вывода очищенной от углеводородов газообразной фазы, а система выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов включает ректификационную колонну с трубопроводами подвода в нее жидкой среды, отвода из нее углеводородосодержащей жидкости и газообразной углеводородосодержащей среды, при этом трубопровод подвода жидкой среды со стороны входа в него подключен к контуру циркуляции жидкой среды на участке движения жидкой среды от сепаратора к жидкостно-газовому струйному аппарату, а трубопровод отвода углеводородосодержащей жидкости подключен к верхней части абсорбционной колонны.

В качестве ректификационной колонны могут быть использованы ректификационная колонна стабилизации дизельной фракции или ректификационная отпарная колонна, а система выделения из жидкой среды

абсорбированных углеводородов может дополнительно включать холодильник-конденсатор и вспомогательный сепаратор с трубопроводом отвода несконденсированной части газообразной углеводородосодержащей среды и трубопроводом отвода ее конденсата, по которому часть конденсата подают потребителю, а другую часть конденсата подают в качестве флегмы в ректификационную колонну.

Парогазовая смесь, выводимая из резервуаров хранения или с эстакад слива-налива нефтепродуктов в ходе операций наполнения-опорожнения различного рода емкостей, содержит воздух и значительное количество углеводородов. Например, для бензина содержание паров данного нефтепродукта в парогазовой смеси может колебаться в диапазоне 500 - 1500 г/м³ и более. Столь значительное содержание углеводородов в парогазовой смеси при выходе ее в атмосферу приводит к загрязнению окружающей среды и потере товарного нефтепродукта, в данном случае бензина. Поэтому парогазовая смесь перед выходом в атмосферу должна пройти очистку от углеводородов, что одновременно позволит сократить потери товарного нефтепродукта.

Описываемый способ позволяет снижать концентрацию углеводородов в откачиваемой парогазовой смеси до концентрации ниже уровня предельно допустимых выбросов (ПДВ) этих паров в окружающую среду. При этом жидкая среда, подаваемая насосом в жидкостно-газовый струйный аппарат, может одновременно быть использована как для откачки парогазовой смеси из наполняемой нефтью или нефтепродуктом емкости или из резервуара для хранения нефти или нефтепродукта, так и для абсорбции из откачиваемой парогазовой смеси вредных для окружающей среды углеводородов. В качестве такой жидкой среды может быть использована углеводородосодержащая жидкость, в частности тяжелая бензиновая фракция, керосиновая фракция, дизельная или газойлевая фракции перегонки нефти, которые эффективно поглощают углеводороды из парогазовой смеси. Важно только, чтобы углеводородосодержащая жидкость, которую подают в установку, имела давление насыщенных паров при температуре ее подачи ниже, чем давление насыщенных паров углеводородов в парогазовой смеси нефти или нефтепродукта. Более низкое давление насыщенных паров углеводородосодержащей жидкости по сравнению с давлением насыщенных паров находящихся в емкости нефти или нефтепродуктов, в частности углеводородов парогазовой смеси, позволяет проводить эффективно процесс абсорбции углеводородов из откачиваемой парогазовой смеси. Кроме того, значительно снижается степень собственного испарения углеводородосодержащей жидкости в ходе процесса абсорбции. Необходимо отметить, что на экономичность работы установки, в которой реализуется описываемый способ очистки, могут оказать влияние режимные параметры работы. Наиболее целесообразно парогазовую смесь сжимать в жидкостно-газовом струйном аппарате от

давления 0,08-0,12 МПа до давления 0,15-0,7 МПа, а жидкую среду подавать в жидкостно-газовый струйный аппарат под давлением 1,1-10,0 МПа. Выбор диапазонов указанных выше параметров связан с тем, что подача жидкой среды под давлением ниже 1,1 МПа не обеспечивает требуемой степени сжатия парогазовой смеси в струйном аппарате и требуемой производительности, делая описываемый способ очистки не конкурентоспособным. Кроме того, в струйном аппарате не создаются оптимальные условия для проведения процесса абсорбции углеводородов. Подача жидкой среды под давлением выше 10 МПа позволяет повысить производительность струйного аппарата, однако рост производительности не компенсирует роста затрат энергии на создание давления жидкой среды, что в конечном итоге приводит к снижению КПД установки. Сжатие парогазовой смеси в жидкостно-газовом струйном аппарате ниже давления 0,15 МПа затрудняет процесс очистки газообразной фазы в абсорбционной колонне от углеводородов до концентрации ниже уровня ПДВ этих паров в окружающую среду. Сжатие парогазовой смеси в жидкостно-газовом струйном аппарате выше давления 0,7 МПа обеспечивает высокую степень очистки парогазовой смеси от углеводородов, но при этом значительно возрастает потребляемая мощность установки для реализации описанного способа. Следует отметить, что указанные выше диапазоны параметров работы установки взаимосвязаны и указанные давления подачи жидкой среды обеспечивают достижение указанных выше параметров отдачи и сжатия парогазовой смеси. В указанном выше диапазоне параметров обеспечивается необходимая эффективность работы установки и минимальные затраты энергии.

В описанном выше способе организован многоступенчатый процесс взаимодействия откачиваемой парогазовой смеси, содержащей углеводороды, с углеводородосодержащей жидкостью, в частности с нефтяной фракцией с пределами выкипания, лежащими в диапазоне 65 - 420 °С. Первое взаимодействие жидкой среды, включающей углеводородосодержащую жидкость, происходит в жидкостно-газовом струйном аппарате, который откачивает из емкости и сжимает парогазовую смесь. На выходе из струйного аппарата образуется двухфазная смесь. В ходе указанного взаимодействия начинается процесс абсорбции углеводородов из парогазовой смеси жидкой средой. Процесс продолжается до момента разделения смеси в сепараторе на жидкую среду и газообразную фазу, представляющую собой частично очищенную от углеводородов и сжатую парогазовую смесь.

Далее газообразная фаза направляется в абсорбционную колонну, где в результате взаимодействия с подаваемой в нее углеводородосодержащей жидкостью продолжается процесс снижения содержания углеводородов в парогазовой смеси. Организация противоточной системы движения газообразной фазы и углеводородосодержащей жидкости в абсорбционной колонне создает условия, при

которых газообразная фаза, в которой содержание паров углеводородов уменьшено в результате взаимодействия с жидкой средой в струйном аппарате, взаимодействует с более чистой от примесей углеводородосодержащей жидкостью. Это позволяет значительно снизить концентрацию углеводородов в очищенном указанным способом газе по сравнению с их концентрацией в парогазовой смеси, выходящей из емкости при ее заполнении нефтью или нефтепродуктом. Подача в абсорбционную колонну углеводородосодержащей жидкости, имеющей давление насыщенных паров ниже давления насыщенных паров углеводородов, и дальнейшее смешение ее с жидкой средой позволяет одновременно организовать процесс обновления жидкой среды, подаваемой в струйный аппарат, поскольку в процессе работы жидкая среда накапливает конденсат углеводородов. Поэтому часть жидкой среды отводится из установки.

Как уже отмечалось, в ходе сжатия парогазовой смеси представляется возможность в процессе сжатия производить абсорбцию вредных для окружающей среды углеводородов. Подбор рабочей жидкой среды и одновременно возможность создать оптимальные для абсорбции условия растворения в жидкой среде части находящихся в газообразном состоянии углеводородов позволяют уже в проточной части струйного аппарата проводить разделение парогазовой смеси по составу, при этом более легкая составляющая, например углеводороды типа метана и этана, остаются в газообразном сжатом состоянии, а более тяжелые углеводороды, типа пропана, бутана и более тяжелых углеводородов поглощаются жидкой средой. Важно отметить, что процесс поглощения или другими словами процесс абсорбции, под которым понимается процесс растворения газов в жидкой среде, позволяет уменьшить затраты энергии на сжатие парогазовой смеси, содержащей углеводороды. Это достигается за счет того, что в сжатии и транспортировке парогазовой смеси в сепаратор принимают участие уже два самостоятельных процесса - механическое сжатие за счет кинетической энергии струи жидкой среды и растворение газа в жидкой среде, причем этот процесс интенсифицируется по мере повышения давления в проточной части струйного аппарата и в трубопроводе за проточной частью струйного аппарата. Отвод части жидкой среды из контура ее циркуляции и реализация процесса десорбции дает возможность совместить процесс выделения абсорбированной среды с процессом стабилизации состава жидкой среды - сорбента паров углеводородов, которую подают в сопло жидкостно-газового струйного аппарата, и за счет этого обеспечить стабильную работу струйного аппарата и одновременно поддерживать абсорбционную способность жидкой среды. В ходе исследований было установлено, что использование нефтяной фракции, а более конкретно нефтяной фракции с пределами выкипания, лежащими в диапазоне 65 - 420 °С, позволяет решить поставленную в изобретении задачу. В тоже время в зависимости от требований потребителя или

условий эксплуатации предоставляется возможность подавать потребителю выделенную в процессе десорбции газообразную углеводородосодержащую среду как в жидком, так и в газообразном состоянии. В зависимости от этого в качестве основного элемента системы выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов парогазовой смеси могут быть использованы различные ректификационные колонны, например ректификационная колонна стабилизации указанной выше нефтяной фракции, например дизельной фракции, или ректификационная отпарная колонна. При использовании ректификационной колонны жидкая среда, нагретая, например, за счет тепла кубового остатка ректификационной колонны (углеводородосодержащей жидкости), поступает в ректификационную колонну. В результате взаимодействия с парами кубового остатка, поступающими из нижней части ректификационной колонны, из жидкой среды испаряются абсорбированные ею более легкие углеводороды. В процессе подъема кверху ректификационной колонны пары взаимодействуют в противотоке с флегмой (конденсатом газообразной углеводородосодержащей среды), что приводит к обогащению пара легкими углеводородами и извлечению из него относительно более тяжелых углеводородов. В результате жидкая среда в ректификационной колонне разделяется на кубовый остаток - углеводородосодержащую жидкость, которую отводят с низа ректификационной колонны, и дистиллят - газообразную углеводородосодержащую среду, которую отводят с верха ректификационной колонны. При этом элементы системы выделения обеспечивают требуемые состав и давление углеводородосодержащей жидкости и газообразной углеводородосодержащей среды на выходе из системы выделения, а также максимально возможное выделение абсорбированной среды из жидкой среды. Таким образом, удалось добиться сбалансированной работы жидкостно-газового струйного аппарата и системы выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов. Из получаемой на выходе из ректификационной колонны газообразной углеводородосодержащей среды представляется возможность путем последующего охлаждения и сепарирования выделять в виде конденсата жидкие углеводороды, состоящие из относительно более тяжелых углеводородов. Полученные после сепарации жидкие углеводороды и газообразную углеводородосодержащую среду, состоящую из относительно более легких углеводородов, направляют потребителю. Часть жидких углеводородов в качестве флегмы может быть направлена в ректификационную колонну. В результате решена поставленная в изобретении задача расширения функциональных возможностей установки при значительном снижении концентрации углеводородов в парогазовой смеси, что позволяет выбрасывать очищенный газ из абсорбционной колонны в окружающую среду без нанесения последней вреда.

На чертеже представлена принципиальная схема установки, в которой осуществляется описываемый способ очистки от углеводородов парогазовой смеси, образующейся при хранении нефти или нефтепродуктов, и заполнении ими емкости.

Установка содержит насос 2, жидкостно-газовый струйный аппарат 3, сепаратор 1 и абсорбционную колонну 25. Жидкостно-газовый струйный аппарат 3 подключен входом жидкой среды к выходу насоса 2 и входом парогазовой смеси посредством трубопровода к источнику этой смеси, например резервуару 24 для хранения нефти или нефтепродукта или цистерне 21, наполняемой нефтью или нефтепродуктом (дизельной фракцией, бензином, керосином) по трубопроводу 23. Выходом смеси жидкостно-газовый струйный аппарат 3 подключен к сепаратору 1. Выход жидкой среды из сепаратора 1 подключен к входу в насос 2. В результате образован контур циркуляции жидкой среды, представляющий собой последовательное движение жидкой среды от насоса 2 к жидкостно-газовому струйному аппарату 3, далее от него к сепаратору 1 и от последнего на вход насоса 2.

Абсорбционная колонна 25 подключена со стороны входа в нее газообразной фазы к выходу последней из сепаратора 1. Абсорбционная колонна 25 может быть расположена выше уровня жидкой среды в сепараторе 1 и установлена своей нижней частью на сепараторе 1. Верхняя часть абсорбционной колонны 25 подключена к трубопроводу 12 вывода, например, в окружающую среду очищенной от углеводородов газообразной фазы и к трубопроводу 7 подвода углеводородосодержащей жидкости. Возможен вариант выполнения установки, когда абсорбционная колонна 25 сообщена своей нижней частью с сепаратором 1 посредством трубопровода (на чертеже не показано). В этом варианте выполнения установки возможен отвод из абсорбционной колонны 25 углеводородосодержащей жидкости с растворенными в ней углеводородами не только в сепаратор 1, а и в другие точки контура циркуляции жидкой среды, например к насосу 2 со стороны входа в него жидкой среды из сепаратора 1.

Установка может быть снабжена теплообменником-холодильником 10 для стабилизации температуры жидкой среды в установке. Отвод части жидкой среды из контура ее циркуляции осуществляют с помощью трубопровода 6.

Сепаратор 1 снабжен трубопроводом 11 для заправки установки жидкой углеводородосодержащей жидкостью или для подпитки установки указанной выше средой. Основным элементом системы 4 выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов является ректификационная колонна 5. Последняя снабжена циркуляционным насосом 15 и средством 16, например печью или теплообменником для нагрева кубового остатка ректификационной колонны 5.

При необходимости отвода части газообразной углеводородосодержащей среды в жидком виде (как правило это легкая бензиновая фракция) система выделения из

жидкой среды абсорбированных углеводородов 4 может дополнительно включать холодильник-конденсатор 17 и вспомогательный сепаратор 9 с трубопроводом 20 отвода несконденсированной части газообразной углеводородосодержащей среды и трубопроводом 27 отвода ее конденсата, подключенным к насосу 18 отвода конденсата (жидких углеводородов) потребителю, при этом часть конденсата подают по трубопроводу 19 в качестве флегмы в ректификационную колонну 5.

Ректификационная колонна 5 может быть снабжена трубопроводами 13, 14 подвода углеводородосодержащей среды, например дизельной фракции, на стабилизацию.

На трубопроводе 7 может быть установлен теплообменник 22 для нагрева жидкой среды, поступающей в ректификационную колонну 5, теплом отводимой из ректификационной колонны 5 углеводородосодержащей жидкости. Кроме того, на трубопроводе 7 может быть установлен теплообменник-холодильник 26 для дополнительного охлаждения углеводородосодержащей жидкости перед подачей ее в верхнюю часть абсорбционной колонны 25.

Способ очистки от углеводородов парогазовой смеси, образующейся при хранении нефти или нефтепродукта и заполнении нефтью или нефтепродуктом емкостей, осуществляется следующим образом.

Насосом 2 жидкую среду из сепаратора 1 подают под давлением 1,1-10,0 МПа в сопло жидкостно-газового струйного аппарата 3. Истекая из сопла, струя жидкой среды откачивает парогазовую смесь из наполняемой нефтью или нефтепродуктом емкости 21 или из резервуара для хранения нефти или нефтепродукта 24. Парогазовая смесь представляет собой смесь паров углеводородов и газов, в том числе воздуха. В жидкостно-газовом струйном аппарате 3 в процессе смешения жидкой среды с парогазовой смесью происходит передача части кинетической энергии от струи жидкой среды парогазовой смеси с формированием в струйном аппарате 3 двухфазной смеси. Одновременно в процессе смешения с парогазовой смесью жидкая среда абсорбирует часть углеводородов из состава парогазовой смеси. В результате торможения потока смеси в проточной части струйного аппарата 3 кинетическая энергия потока смеси частично преобразуется в потенциальную энергию давления, что приводит к сжатию парогазовой смеси от давления 0,08-0,12 МПа до давления 0,15-0,7 МПа. Кроме абсорбции углеводородов жидкой средой в проточной части струйного аппарата 3 возможна конденсация части углеводородов. Процесс конденсации и абсорбции углеводородов может продолжаться в трубопроводе за струйным аппаратом 3 и сепараторе 1. В сепараторе 1 происходит разделение смеси на жидкую среду и газообразную фазу, которая представляет собой сжатую парогазовую смесь с пониженным содержанием углеводородов. Из сепаратора 1 жидкая среда поступает на вход насоса 2, а газообразную фазу из сепаратора 1 подают в

нижнюю часть абсорбционной колонны 25. В то же время в верхнюю часть абсорбционной колонны 25 подают углеводородосодержащую жидкость (нефтяную фракцию) с давлением насыщенных паров ниже давления насыщенных паров нефти или нефтепродукта, например тяжелую бензиновую фракцию, керосиновую фракцию, дизельную или газойлевую фракцию перегонки нефти. В результате взаимодействия потоков газообразной фазы и углеводородосодержащей жидкости последняя абсорбирует углеводороды из газообразной фазы, снижая их содержание до величины ПДВ углеводородов в атмосферу. Из верхней части абсорбционной колонны 25 по трубопроводу 12 отводят очищенную от углеводородов газообразную фазу, например, в окружающую среду, а из нижней части абсорбционной колонны 25 отводят углеводородосодержащую жидкость с растворенными в ней углеводородами в контур циркуляции жидкой среды (например, в сепаратор 1), представляющий собой последовательное движение жидкости от насоса 2 к жидкостно-газовому струйному аппарату 3, далее от него к сепаратору 1 и от последнего на вход насоса 2. Таким образом, путем подачи углеводородосодержащей жидкости в верхнюю часть абсорбционной колонны 25 решаются сразу две задачи - сведение до минимума содержания углеводородов в газообразной фазе, выводимой за пределы установки, и обновление жидкой среды углеводородосодержащей жидкостью, что обеспечивает поддержание требуемого физико-химического состава жидкой среды в контуре ее циркуляции.

Из контура циркуляции часть жидкой среды направляют в систему 4 выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов, содержащихся в парогазовой смеси, основным элементом которой является ректификационная колонна 5. Жидкая среда перед поступлением в ректификационную колонну 5 нагревается в теплообменнике 22 за счет охлаждения углеводородосодержащей жидкости, отводимой из ректификационной колонны 5. В ректификационной колонне 5 в результате взаимодействия с парами кубового остатка, поступающими из нижней части, из жидкой среды испаряются абсорбированные ею более легкие углеводороды. В процессе подъема кверху ректификационной колонны 5 пары взаимодействуют в противотоке с флегмой (конденсатом углеводородосодержащей среды), что приводит к обогащению пара легкими углеводородами и извлечению из него относительно более тяжелых углеводородов. В результате жидкая среда в ректификационной колонне 5 разделяется на кубовый остаток - углеводородосодержащую жидкость и дистиллят - газообразную углеводородосодержащую среду. При этом элементы системы выделения 4 обеспечивают требуемый состав и давление углеводородосодержащей жидкости на выходе из системы, а также максимально возможное выделение абсорбированной среды из жидкой среды. Выделившуюся газообразную углеводородосодержащую

среду направляют из ректификационной колонны 5 по трубопроводу 8 потребителю, а образовавшиеся после выделения газообразной среды

углеводородосодержащую жидкость - остаток ректификационной колонны 5 циркуляционным насосом 15 направляют в контур циркуляции жидкой среды, уменьшая при этом относительное содержание в жидкой среде количество абсорбированных ею углеводородов и образуя, таким образом, жидкую среду - сорбент парогазовой смеси, подаваемую в жидкостно-газовый струйный аппарат 3. Часть кубового остатка циркуляционный насос 15 подает в средство нагрева 16 и далее в ректификационную колонну 5 для нагрева куба колонны 5, причем в ректификационной колонне 5 стабилизации дизельной фракции в качестве средства нагрева 16, как правило, используется печь, а в ректификационной отпарной колонне чаще используется теплообменник. Как указывалось выше в теплообменнике 22 нагревают жидкую среду. Важно, что при этом представляется возможность одновременно охладить углеводородосодержащую жидкость, направляемую в контур циркуляции путем организации в теплообменнике 22 обмена тепла между указанными выше жидкостями. В случае, если охлаждение углеводородосодержащей жидкости в теплообменнике 22 будет недостаточным, на трубопроводе 7 может быть установлен теплообменник-холодильник 26 для дополнительного охлаждения углеводородосодержащей жидкости перед подачей ее в верхнюю часть абсорбционной колонны 25.

В зависимости от условий и требований потребителя предоставляется возможность отводить из системы 4 часть выделившейся газообразной углеводородосодержащей среды в жидком виде. В этом случае выделившуюся газообразную углеводородосодержащую среду из ректификационной колонны 5 через трубопровод отвода 8 и холодильник-конденсатор 17 направляют в вспомогательный сепаратор 9, где конденсируют большую часть "тяжелых" углеводородов группы пропана, бутана и более тяжелые, а часть более легких газообразных углеводородов, в основном углеводородов группы метана и этана в виде сжатой газообразной углеводородосодержащей среды направляют из вспомогательного сепаратора 9 по трубопроводу 20 потребителю. Что касается конденсата, то он из вспомогательного сепаратора 9 по трубопроводу 27 насосом 18 подается потребителю конденсата, причем часть конденсата по трубопроводу 19 подается в ректификационную колонну 5 в качестве флегмы.

По трубопроводу 13 или трубопроводу 14 возможна подача в ректификационную колонну 5 углеводородосодержащей жидкости от других источников на стабилизацию. В качестве последней чаще всего выступает дизельная фракция, которая используется в ректификационных колоннах стабилизации дизельной фракции. Одновременно это позволяет решить вопрос обновления углеводородосодержащей жидкости в контуре циркуляции жидкой среды и за счет этого

дополнительно стабилизировать работу струйного аппарата 3 и усилить абсорбционную способность углеводородосодержащей жидкости.

Данные способ очистки от углеводородов парогазовой смеси, образующейся при хранении нефти, нефтепродукта и заполнении ими емкости и установка для его осуществления могут быть использованы в химической, нефтехимической и других отраслях промышленности.

Формула изобретения:

1. Способ очистки от углеводородов парогазовой смеси, образующейся при хранении нефти или нефтепродукта и при заполнении ими емкостей, включающий подачу насосом жидкой среды в жидкостно-газовый струйный аппарат, откачку последним из емкости с нефтью или нефтепродуктом парогазовой смеси и ее сжатие в жидкостно-газовом струйном аппарате за счет энергии подаваемой жидкой среды, подачу образованной в жидкостно-газовом струйном аппарате в процессе смешения парогазовой смеси с жидкой средой смеси в сепаратор, разделение в сепараторе смеси на газообразную фазу и жидкую среду с отводом из сепаратора жидкой среды на вход насоса и образованием таким образом контура циркуляции жидкой среды, при этом часть жидкой среды отводят из контура ее циркуляции, отличающийся тем, что газообразную фазу из сепаратора направляют в абсорбционную колонну, в которую в качестве абсорбента подают углеводородосодержащую жидкость с давлением насыщенных паров меньше давления насыщенных паров нефти или нефтепродукта, в абсорбционной колонне проводят процесс абсорбции углеводородосодержащей жидкостью углеводородов из газообразной фазы, очищенную от углеводородов газообразную фазу выводят из абсорбционной колонны, а углеводородосодержащую жидкость с растворенными в ней углеводородами направляют на смешение с жидкой средой, из контура циркуляции часть жидкой среды отводят в систему выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов, в которой из жидкой среды выделяют газообразную углеводородосодержащую среду, а образовавшуюся после выделения углеводородосодержащую жидкость направляют в абсорбционную колонну и далее на смешение с жидкой средой, уменьшая таким образом содержание в жидкой среде, подаваемой в жидкостно-газовый струйный аппарат, относительное количество абсорбированных ею из парогазовой смеси углеводородов и повышая тем самым абсорбирующие ее способности.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве углеводородосодержащей жидкости в абсорбционную колонну подают нефтяную фракцию с пределами выкипания, лежащими в диапазоне 65-420°C.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что парогазовую смесь сжимают в жидкостно-газовом струйном аппарате до давления 0,08-0,12 МПа до давления 0,15-0,7 МПа, а жидкую среду подают в жидкостно-газовый струйный аппарат под

давлением 1,1-10,0 МПа.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что жидкую среду в системе выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов направляют в ректификационную колонну.

5. Способ по п. 4, отличающийся тем, что газообразную углеводородсодержащую среду после ее выделения из жидкой среды в ректификационной колонне направляют в холодильник-конденсатор, где конденсируют большую часть более тяжелых углеводородов группы пропана, бутана и более тяжелые, и далее смесь конденсата и несконденсированной части газообразной углеводородсодержащей среды, состоящей в основном из углеводородов группы метана и этана, направляют во вспомогательный сепаратор, где несконденсированную часть газообразной углеводородсодержащей среды отделяют от конденсата, после чего несконденсированную часть газообразной углеводородсодержащей среды направляют из вспомогательного сепаратора потребителю, а конденсат из вспомогательного сепаратора подают потребителю конденсата, причем часть конденсата используют в качестве флегмы ректификационной колонны.

6. Насосно-эжекторная установка, содержащая насос, жидкостно-газовый струйный аппарат и сепаратор с выходом газообразной фазы, при этом жидкостно-газовый струйный аппарат входом жидкой среды подключен к выходу насоса, входом парогазовой смеси - к источнику этой смеси - емкости с нефтью или нефтепродуктом и выходом жидкостно-газовый струйный аппарат подключен к сепаратору, выход жидкой среды из сепаратора подключен к входу в насос, образуя таким образом контур циркуляции жидкой среды: сепаратор - насос - жидкостно-газовый струйный аппарат - сепаратор, отличающаяся тем, что установка

снабжена абсорбционной колонной и системой выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов, при этом абсорбционная колонна подключена к выходу газообразной фазы из сепаратора, верхняя часть абсорбционной колонны подключена к трубопроводу вывода очищенной от углеводородов газообразной фазы, а система выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов включает ректификационную колонну с трубопроводами подвода в нее жидкой среды, отвода из нее углеводородсодержащей жидкости и газообразной углеводородсодержащей среды, при этом трубопровод подвода жидкой среды со стороны входа в него подключен к контуру циркуляции жидкой среды на участке движения жидкой среды от сепаратора к жидкостно-газовому струйному аппарату, а трубопровод отвода углеводородсодержащей жидкости подключен к верхней части абсорбционной колонны.

7. Установка по п. 6, отличающаяся тем, что в качестве ректификационной колонны использована ректификационная колонна стабилизации дизельной фракции.

8. Установка по п. 6, отличающаяся тем, что в качестве ректификационной колонны использована ректификационная отпарная колонна.

9. Установка по п. 6, отличающаяся тем, что система выделения из жидкой среды абсорбированных углеводородов дополнительно включает холодильник-конденсатор и вспомогательный сепаратор с трубопроводом отвода несконденсированной части газообразной углеводородсодержащей среды и трубопроводом отвода ее конденсата, по которому часть конденсата подают потребителю, а другую часть конденсата подают в качестве флегмы в ректификационную колонну.

RU 2193443 C1

RU 2193443 C1

RU 2 193 443 C1

B 01 D 53/72, B 65 D 90/30

(54) METHOD FOR REMOVING HYDROCARBONS FROM GAS-VAPOR MIXTURE FORMED ON STORAGE OF PETROLEUM OR PETROLEUM PRODUCTS OR WHEN FILLING TANKS BY THE LATTER, AND PUMP-EJECTOR INSTALLATION FOR IMPLEMENTING THE METHOD

(57) Abstract

The invention relates to the field of jet engineering. The method comprises feeding liquid and a vapor-gas mixture into a liquid-gas jet device and then feeding the formed mixture into a separator, separating into a gaseous medium and a liquid medium, withdrawing the liquid medium to the input of the pump for feeding the liquid medium, wherein a part of the liquid medium is withdrawn from a circulation loop. The gaseous medium is absorbed in a column by hydrocarbon-containing liquid having a pressure of saturated vapors less than the pressure of saturated vapors of petroleum or a petroleum product. The gaseous phase is removed. The hydrocarbon-containing liquid with hydrocarbons dissolved therein is directed for mixing with the liquid medium. A portion of the liquid medium is removed from the circulation loop into the system for separating adsorbed hydrocarbons from the liquid medium, and the hydrocarbon-containing liquid after separation is sent to the column. The installation contains a pump, liquid-gas jet device and separator. The device by the liquid medium input is connected to a pump output, by the vapor-gas mixture input to a tank with petroleum or a petroleum product and by the output the liquid-gas jet device is connected to the separator. The liquid medium output is connected from the separator to a pump input. The installation is provided with an absorption column and with a system for separating absorbed hydrocarbons from the liquid medium. The column is connected to a gaseous phase output from the separator, and the upper part thereof is connected to a pipeline for removal of the purified gaseous phase. The system for separation of absorbed hydrocarbons from the liquid medium includes a rectification column, a pipeline for the supply therein of a liquid medium and pipelines for the removal therefrom of a hydrocarbon-containing liquid and a gaseous medium. The invention makes it possible to increase the economical efficiency of purification. 2 independent and 7 dependent claims of the set of claims. 1 drawing.

The indicated object is solved in that the method for removing hydrocarbons from a vapor-gas mixture formed on storage of petroleum or petroleum products or when filling tanks

by the latter comprises feeding a liquid medium with a pump into a liquid-gas jet device, pumping a vapor-gas medium by the latter from a tank filled with petroleum products or from a storage tank for storage of petroleum products and compressing it in the liquid-gas jet device as a result of the energy of the fed liquid medium, feeding a mixture of vapor-gas and liquid mediums formed in the liquid-gas jet device into a separator, separating the mixture in the separator to a gaseous phase and a liquid medium with removal of the liquid medium from the separator to the pump input and the formation thereby of a circulation loop for the liquid medium, wherein a portion of the liquid medium is removed from the circulation loop, the gaseous phase from the separator is directed to an absorption column into which a hydrocarbon-containing liquid is fed as the absorbent with the pressure of saturated vapors less than the pressure of saturated vapors of petroleum or the petroleum product, the process of absorption of the hydrocarbons from the gaseous phase by the hydrocarbon-containing liquid is carried out in the absorption column, the hydrocarbon-removed gaseous phase is removed from the absorption column, and the hydrocarbon-containing liquid with the hydrocarbons dissolved therein is directed to mixing with the liquid medium, a portion of the liquid medium is removed from the circulation loop into a system for separation of absorbed hydrocarbons from the liquid medium, in which a gaseous hydrocarbon-containing medium is separated from the liquid medium, and the hydrocarbon-containing liquid formed after the separation is directed to the absorption column and further for mixing with the liquid medium, thus reducing the content in the liquid medium fed into the liquid-gas jet device, the relative amount of absorbed from the vapor-gas mixture hydrocarbons and thus increasing the absorbing capability.

The described method makes it possible to reduce the concentration of hydrocarbons in the pumped-out vapor-gas mixture to a concentration below the level of the maximum permissible emissions (MPE) of these vapors into the environment. Wherein, the liquid medium fed by the pump into the liquid-gas jet device may simultaneously be used for pumping the vapor-gas mixture from the tank being filled with petroleum or a petroleum product or from a container tank for storing petroleum or a petroleum product, and for absorption of hydrocarbons harmful for the environment from the pumped vapor-gas mixture. A hydrocarbon-containing liquid may be used as such a liquid medium, in particular a heavy gasoline fraction, a kerosene fraction, a diesel or gas-oil fraction of petroleum refining, which effectively absorb hydrocarbons from the vapor-gas mixture. It is only important that the hydrocarbon-containing liquid which is fed into the installation would have a pressure of saturated vapors at the temperature of feeding lower than the pressure of saturated vapors of hydrocarbons in the vapor-gas mixture of petroleum or petroleum product.

The liquid medium from the separator 1 is fed by the pump 2 at a pressure of 1.1 – 10.0 MPa into the nozzle of a liquid-gas jet device 3. Flowing from the nozzle, the jet of liquid medium pumps the vapor-gas mixture from a tank 21 being filled with petroleum or a petroleum product or from a container 24 for storing petroleum or a petroleum product. The vapor-gas mixture is a mixture of hydrocarbon vapors and gases, including air. In the liquid-gas jet device 3 in the process of mixing the liquid medium with the vapor-gas mixture, a part of the kinetic energy of the liquid medium is transmitted to the vapor-gas mixture with the formation of a two-phase mixture in the jet device 3. Simultaneously, in the process of mixing with the vapor-gas mixture, the liquid medium absorbs a part of the hydrocarbons from the composition of the vapor-gas mixture. As a result of braking the flow of the mixture in the flow portion of the jet device 3, the kinetic energy of the flow of the mixture is partially converted into the potential energy of pressure, which results in the compression of the vapor-gas mixture from a pressure of 0.08 – 0.12 MPa to a pressure of 0.15 – 0.17 MPa. In addition to absorption of the hydrocarbons of the liquid medium in the flow portion of the jet device 3, condensation of a part of the hydrocarbons is possible.

The liquid medium from the separator 1 is fed to the input of the pump 2, and the gaseous phase from the separator 1 is fed to the lower part of the absorption column 25. At the same time a hydrocarbon-containing liquid (petroleum fraction) with a pressure of saturated vapors less than the pressure of saturated vapors of petroleum or a petroleum product, for example, a heavy gasoline fraction, kerosene fraction, diesel or gas-oil fraction of petroleum refining is fed to the upper portion of the absorption column 25. As a result of interaction of the flows of the gaseous phase and the hydrocarbon-containing liquid, the latter absorbs hydrocarbons from the gaseous phase, reducing their content to the MPE value of the hydrocarbons in the atmosphere. The hydrocarbon-removed gaseous phase is removed from the upper portion of the absorption column 25 along the pipeline 12, for example, into the environment and from the lower portion of the absorption column 25 hydrocarbon-containing liquid with hydrocarbons dissolved therein is fed into the circulation loop of the liquid medium (for example, into the separator 1), which is the sequential movement of the liquid from the pump 2 to the liquid-gas jet device 3, then to the separator 1 and from the latter to the input of the pump 2.

SET OF CLAIMS

1. A method for removing hydrocarbons from a vapor-gas mixture formed on storage of petroleum or petroleum products and when filling tanks by the latter, comprising feeding a liquid medium with a pump into a liquid-gas jet device, pumping a vapor-gas medium by the latter from a tank with petroleum or a petroleum product and compressing it in the liquid-gas jet

device as a result of the energy of the fed liquid medium, feeding a mixture formed in the liquid-gas jet device in the process of mixing the vapor-gas mixture and liquid medium into a separator, separating the mixture in the separator to a gaseous phase and a liquid medium with removal of the liquid medium from the separator to the pump input and the formation thereby of a circulation loop for the liquid medium, wherein a portion of the liquid medium is removed from the circulation loop thereof, characterized in that the gaseous phase from the separator is directed to an absorption column into which a hydrocarbon-containing liquid is fed as the absorbent with the pressure of saturated vapors less than the pressure of saturated vapors of petroleum or the petroleum product, the process of absorption of the hydrocarbons from the gaseous phase by the hydrocarbon-containing liquid is carried out in the absorption column, the hydrocarbon-removed gaseous phase is removed from the absorption column, and the hydrocarbon-containing liquid with the hydrocarbons dissolved therein is directed to mixing with the liquid medium, a portion of the liquid medium is removed from the circulation loop into a system for separation of absorbed hydrocarbons from the liquid medium, in which a gaseous hydrocarbon-containing medium is separated from the liquid medium, and the hydrocarbon-containing liquid formed after the separation is directed to the absorption column and further for mixing with the liquid medium, thus reducing the content in the liquid medium fed into the liquid-gas jet device, the relative amount of hydrocarbons absorbed from the vapor-gas mixture and thus increasing the absorbing capability.

2. The method according to claim 1, characterized in that a petroleum fraction with boiling points within the range of 65 – 420°C is fed into the absorption column as the hydrocarbon-containing liquid.

3. The method according to claim 1, characterized in that the vapor-gas mixture is compressed in the liquid-gas jet device at a pressure of from 0.08 – 0.12 MPa to a pressure of 0.15 – 0.7 MPa, and the liquid medium is fed to the liquid-gas jet device at a pressure of 1.1 – 10.0 MPa.

4. The method according to claim 1, characterized in that the liquid medium in the system for separating absorbed hydrocarbons from the liquid medium is directed to a rectification column.

5. The method according to claim 4, characterized in that the gaseous hydrocarbon-containing medium after its separation from the liquid medium in the rectification column is directed to a refrigerator-condenser, wherein a larger portion of the heavier hydrocarbons of the group consisting of propane, butane and heavier is condensed, and then a mixture of the condensate and noncondensed portion of the gaseous hydrocarbon-containing medium, consisting mainly of hydrocarbons of the group consisting of methane and ethane, is directed to

an auxiliary separator wherein the noncondensed portion of the gaseous hydrocarbon-containing medium is separated from the condensate, after which the noncondensed portion of the gaseous hydrocarbon-containing medium is directed from the auxiliary separator to a consumer, and the condensate from the auxiliary separator is fed to a consumer of the condensate, wherein a portion of the condensate is used as a phlegm of the rectification column.

6. A pump-ejector installation comprising a pump, a liquid-gas jet device and a separator with a gaseous phase output, wherein the liquid-gas jet device is connected by a liquid medium input to a pump output, by a vapor-gas mixture input – to a source of that mixture, a tank with petroleum or a petroleum product, and by an output the liquid-gas jet device is connected to a separator, an output of the liquid medium from the separator is connected to an input in the pump, thus forming a liquid medium circulation loop: separator – pump – liquid-gas jet device – separator, characterized in that the installation is provided with an absorption column and with a system for removing absorbed hydrocarbons from the liquid medium, wherein the absorption column is connected to an output of the gaseous phase from the separator, the upper portion of the absorption column is connected to a pipeline for removal of the hydrocarbon-removed gaseous phase, and the system for removing absorbed hydrocarbons from a liquid medium includes a rectification column with pipelines for feeding a liquid medium therein, removing a hydrocarbon-containing liquid and a gaseous hydrocarbon-containing medium therefrom, wherein the pipeline for supply of the liquid medium at the input side thereof is connected to a circulation loop of the liquid medium along the section of movement of the liquid medium from the separator to the liquid-gas jet device, and the pipeline for removal of the hydrocarbon-containing liquid is connected to the upper portion of the absorption column.

7. The installation according to claim 6, characterized in that a rectification column for stabilization of a diesel fraction is used as the rectification column.

8. The installation according to claim 6, characterized in that a stripping rectification column is used as the rectification column.

9. The installation according to claim 6, characterized in that the system for separating absorbed hydrocarbons from the liquid medium additionally comprises a refrigerator-condenser and an auxiliary separator with a pipeline for removal of the noncondensed portion of the gaseous hydrocarbon-containing medium and with a pipeline for removal of its condensate, along which a portion of the condensate is fed to a consumer and another portion of the condensate is fed as a phlegm to a rectification column.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.